

# 近世日本産樹木年輪の炭素 14 年代測定

坂本 稔

(国立歴史民俗博物館・研究部／総合研究大学院大学・日本歴史研究専攻)

## 1. はじめに

炭素 14 年代法では、測定値である炭素 14 年代を暦上の年代に修正するため、既知年の資料の炭素 14 年代と比較する「較正」が行なわれる。大気中の炭素 14 濃度は北半球と南半球とで若干異なるため、それぞれに IntCal13<sup>1)</sup>、SHCal13<sup>2)</sup> という、年代較正のためのデータセット（較正曲線）が用意されている。12,000 年前までの IntCal13 はおもに年輪年代の付された欧米産樹木年輪に基づき、SHCal13 では 2,000 年前までのオーストラリア・ニュージーランド産などの樹木年輪のデータが反映されている。

較正曲線は実データに統計処理を施し、5 年単位のデータに平滑化されている。一つには、較正曲線を各半球の平均的な炭素 14 濃度の挙動としてその汎用性を高める目的があった。また較正年代の導出に際し、炭素 14 年代がそれのみあうだけの測定精度を持たなかった事情もある。しかしながら、近年の加速器質量分析装置による炭素 14 年代測定 (AMS-<sup>14</sup>C 法) の普及に伴い、高精度の炭素 14 年代が効率的に得られるようになった。その過程で、おなじ半球内であっても地域によって大気中の炭素 14 濃度が異なる「地域効果」の可能性が指摘されるようになった。

筆者を含む研究グループは日本の文化財建造物に対し、部材から複数箇所の年輪を採取して炭素 14 年代を測定し、較正曲線の形状と比較して較正年代を絞り込む「炭素 14- ウィグルマッチ法」による年代研究を実施してきた。ところが近世建築の部材について、較正曲線 IntCal13 の挙動と合致しない例が少なからずみとめられ、解釈を妨げてきた。本研究プロジェクトで 2009 年の台風で倒壊した伊勢神宮神域スギの年輪を 5 年輪ずつ測定したところ、平滑化さ

れた IntCal13 に対する微細な変動が明らかになり、その変動が建築部材の年輪の炭素 14 年代の挙動と合致することが示された。すなわち、較正曲線については地域効果のみならず、その微細な構造を明らかにしたうえで、炭素 14- ウィグルマッチ法を適用する必要がある。

本報告では、山梨県甲州市棲雲寺の庫裏のツガ材、宮城県石巻市天雄寺山門のケヤキ材、埼玉県さいたま市青葉神社塔のヒノキ材の炭素 14 年代を測定し、その挙動を伊勢神宮神域スギの結果と比較する。

## 2. 測定試料

棲雲寺ツガ材 (YNKSU-2) は修理工事の際に用いられなかった保存材で、武蔵大学の中尾七重氏により提供された。総年輪は 165 を数え、外から 1-5 年輪、81-85 年輪、161-165 年輪の炭素 14 年代を炭素 14- ウィグルマッチ法で解析し、最外層が AD1611-1645 と得られている。今回は酸素同位体比法による年輪年代の確定を行なった。

天雄寺ケヤキ材 (MGTYJ-1) は瀬川清人氏により提供された。昨年の報告で「T 寺山門柱」とした資料で、総年輪は 171 を数える。炭素 14- ウィグルマッチ法による解析で最外層が AD1746-1757 と得られているが、炭素 14 年代の挙動が IntCal13 と合致しないことが判明している。おなじく酸素同位体比法による年輪年代の確定を試みた。なお天雄寺は 2011 年の東日本大震災による津波で全壊し、再建されている。

青葉神社ヒノキ材 (STSAB-1) は、安田工務店ならびに文化財建造物保存技術協会の飯田英夫氏により提供された。国立歴史民俗博物館の箱崎真隆氏の

計測により AD1671-1936 の年輪年代が確定し、木曾ヒノキのマスタークロノロジーとの合致が報告された。

伊勢神宮神域スギ (MEISJ-1) の炭素 14 年代は昨年報告したが、年輪年代は 2009 年の倒壊年からさかのぼったものであった。ところが箱崎氏が年輪の再計測を行なったところ、1959 年の伊勢湾台風の際に数年の生育停止があったことが判明した。そのため、改めて酸素同位体比法による年輪年代の確定を行なった。

資料を長さ 10cm 以下、幅 2cm 以下となるようブロック状に切り分け、窒化ホウ素の回転刃による精密低速切断装置を用い、木口面から厚さ 1mm の板を切り出した。試料にはアセトン、およびクロロホルム・メタノール混液 (2:1 in v/v) 中での超音波洗浄を施し、樹脂分を溶出させて除去した。乾燥後、フラットベッドスキャナを用いて年輪を撮影し、テフロン製パンチシートに挟んで外周を木綿糸で縫合し、試験管に投じた。純水中で超音波洗浄を行なったのち、70℃の温浴中で、亜塩素酸溶液に濃塩酸を加えて塩素を発生させた溶液で漂白を行なった (1 時間、4 回)。次いで 80℃の温浴中で、17.5wt% の水酸化ナトリウム溶液によるヘミセルロース分解を行なった (1 時間、3 回)。酸性に傾けた後、純水で洗浄し、パンチシートごと試料を凍結乾燥した。得られた板状のセルロースを透明な写真袋に入れてスキャンしたのち、実体顕微鏡下で単年輪に切り分け、焼出して有機物を除いたガラスバイアルに保管した。なお、年輪年代の確定した STSAB-1 は板状のセルロースをアルバムシートに張り込んで保管した。

酸素同位体比法による年輪年代の確定のために、YNKSU-1、MGTYJ-1、MEISJ-1 それぞれの単年輪から 0.1 ~ 0.3mg の試料を切り出し、銀箔に包んで測定試料とした。酸素同位体比の測定は総合地球環境学研究所の佐野雅規・李貞両氏により実施された。

炭素 14 年代測定は、YNKSU-2 の 5 年輪、MGTYJ-1 の 3 年輪、STSAB-1 の 3 年輪について実施された。YNKSU-2、MGTYJ-1 は総重量が 3mg 前後になるよう、かつ年輪ごとの重量差が顕著にならないよう、重量を計測しながら単年輪を採取してガラスバイアルに保管した。STSAB-1 は箱崎氏により、アルバムシートに張り込んだ試料から 3 年輪ずつを採取されてガラスバイアルに保管された。測定試料となるグラファイトの調製、および AMS-<sup>14</sup>C 法による測定は、株式会社加速器分析研究所が実施した。

### 3. 測定結果

#### 3-1. 伊勢神宮神域スギ (MEISJ-1)

MEISJ-1 は 17 世紀後半から 18 世紀初頭にかかる 57 年輪の酸素同位体比を測定し、中部日本のマスタークロノロジーと比較して年輪年代を確定させた (図 1)。その結果、昨年の報告は AD1959 以前の年輪について古い方向に 3 年ずらす必要が生じた。改めて、今回の結果を反映した表を示す (表 1)。

#### 3-2. 棲雲寺ツガ材 (YNKSU-2)

YNKSU-2 は外側から 70 ~ 19 層の酸素同位体比を測定し、中部日本のマスタークロノロジーと比較した結果、最外層 (第 1 層) の年輪年代が AD1637

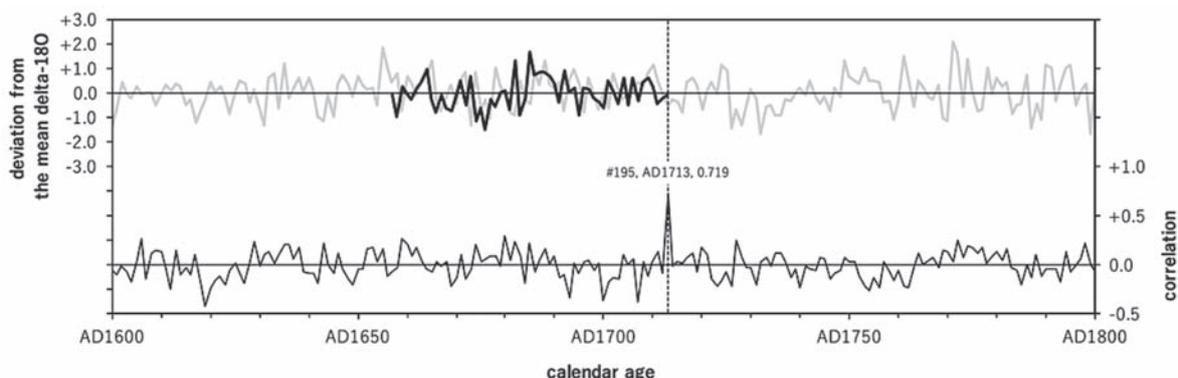


図 1 セルロース酸素同位体比による伊勢神宮神域スギの年輪年代

と得られた (図 2)。AD1493-1632 について、5 年輪ずつの炭素 14 年代の測定結果を表 2 に示し、IntCal13 および伊勢神宮神域スギの炭素 14 年代との比較を末尾の図 4 に示す。YNKSU-2 は伊勢神宮神域スギよりも比較的 IntCal13 に沿っているように見え、なかでも AD1535-1539 ( $412 \pm 22$   $^{14}\text{C}$  BP)、AD1540-1544 ( $398 \pm 22$   $^{14}\text{C}$  BP) を再現しない。ただしそれより新しい時期は測定誤差の範囲内と捉えることができ、類似した変動を示している。

### 3-3. 天雄寺ケヤキ材 (MGTYJ-1)

MGTYJ-1 は外側から 2 ~ 160 層の酸素同位体比を測定した。中部日本のマスタークロノロジーと比較したところ、最外層 (第 1 層) を AD1739 とした際の相関係数が 0.378 と最も高いものの十分ではなかった (図 3)。そこで総合地球環境学研究所の對馬あかね氏に宮城県の現生木と比較を依頼したところ、やはり AD1739 に合致することが判明した。AD1646-1738 について、3 年輪ずつの炭素 14 年代の測定結果

を表 3 に示し、IntCal13 および伊勢神宮神域スギの炭素 14 年代との比較を末尾の図 4 に示す。伊勢神宮神域スギには 17 世紀後半に古い炭素 14 年代を示す時期がみられ、一方 AD1695-1699 ( $44 \pm 21$   $^{14}\text{C}$  BP) が新しい炭素 14 年代を示す。MGTYJ-1 は 17 世紀後半にやはり古い炭素 14 年代を示す時期がみられるものの、ピーク位置が若干ずれている。また 17 世紀末の炭素 14 年代は逆に IntCal13 の上方にあり、以降の炭素 14 年代は IntCal13 に近い値となっている。

### 3-4. 青葉神社ヒノキ材 (STSAB-1)

AD1781-1900 について、3 年輪ずつの炭素 14 年代の測定結果を表 4 に示し、IntCal13 および伊勢神宮神域スギの炭素 14 年代との比較を図 4 に示す。STSAB-1 は総じて IntCal13 の上方にある。伊勢神宮神域スギの炭素 14 年代が IntCal13 の上方にある時期は測定誤差の範囲内で STSAB-1 が沿っているようにもみえるが、19 世紀の前半 (e.g.  $61 \pm 24$   $^{14}\text{C}$  BP of AD1820-1824)、および後半 (e.g.  $50 \pm 21$   $^{14}\text{C}$  BP

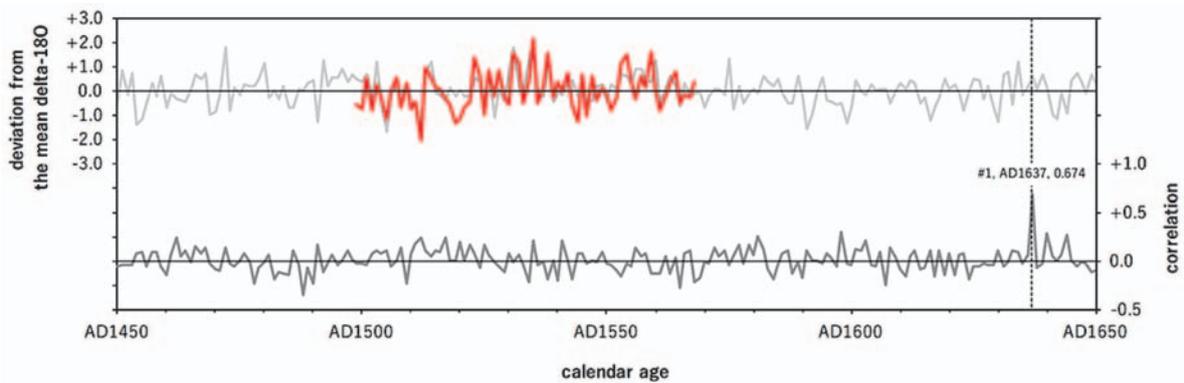


図 2 セルロース酸素同位体比による榎雲寺ツガ材の年輪年代

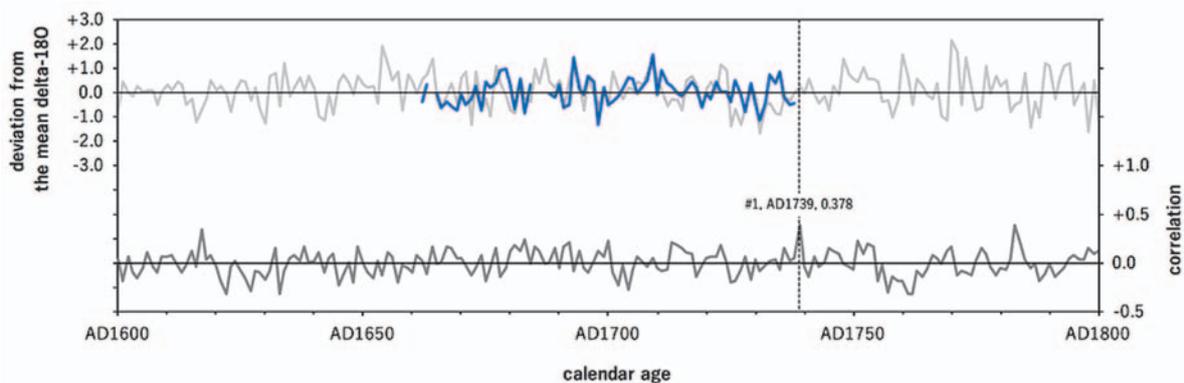


図 3 セルロース酸素同位体比による天雄寺ケヤキ材の年輪年代

of AD1870-1874) にみられる IntCal13 を下回る時期を再現していない。

#### 4. おわりに

伊勢神宮神域スギと重なる時期の、3つの樹木年輪の炭素14年代を測定した。15世紀末から17世紀前半にかけての棲雲寺ツガ材は、測定誤差の範囲内で伊勢神宮神域スギに近い挙動を示すものの、基本的には IntCal13 に沿っている。17世紀中ごろから18世紀前半にかけての天雄寺ケヤキ材は、伊勢神宮神域スギにみられたようなピーク上の変動が17世紀後半に確認されるものの、1700年前後の挙動は IntCal13 に近い。18世紀末から19世紀にかけての青葉神社ヒノキ材は基本的に IntCal13 の上方にあり、上方のみならず下方にも分布した伊勢神宮神域スギの挙動と必ずしも合致しない。

当該期の日本産樹木年輪の炭素14年代測定は、Nakamura et al.<sup>3)</sup> による屋久島スギと室生寺スギ材の報告がある。そこでは測定結果が IntCal と SHCal の間に分布すると結論し、グラフをみる限り17世紀後半のピーク上の変動はみとめられない。しかしながら較正曲線は実データを統計処理で均したもので、

その元となった炭素14年代と比較する必要がある。Stuiver et al.<sup>4)</sup> は当該期の単年輪の炭素14年代測定を実施しているが、17世紀後半のデータに若干の乱れがみとめられるのが興味深い。

較正曲線の元となる樹木年輪の炭素14年代は、Stuiver 等など一部の例を除き、太陽活動の11年周期をキャンセルする名目で、10本や20本といった複数の年輪をまとめて測定されているものが多い。ところが近世日本の文化財建造物の部材の炭素14年代測定は、較正曲線のより微細な構造を明らかにする必要があることを示している。大気中の炭素14濃度の微細構造が地域差を反映したものか、あるいは試料処理の課題や測定の再現性を表したものをかを解明するため、各地の樹木の単年輪の炭素14年代を繰り返し測定することが必要である。

本文中に記した各氏には、試料提供と測定に多大なる配慮と助力を賜ったことを深謝します。本報告を含む研究成果は箱崎真隆、中尾七重、中塚武と共著で 8th International Conference “<sup>14</sup>C & Archaeology” で報告<sup>5)</sup> し、プロシーディングとして Radiocarbon 誌に投稿した。

表1 伊勢神宮神域スギ (MEISJ-1) 年輪セルロース炭素14年代

code	range	$\delta^{13}\text{C}_{\text{AMS}}$ (‰)	pMC	<sup>14</sup> C age (BP)
IAAA-142653	AD 1535-1539	-26.07 ± 0.58	94.99 ± 0.27	412 ± 22
IAAA-142654	AD 1540-1544	-20.73 ± 0.46	95.17 ± 0.27	398 ± 22
IAAA-142655	AD 1545-1549	-24.19 ± 0.42	96.35 ± 0.26	298 ± 21
IAAA-142656	AD 1550-1554	-22.82 ± 0.52	95.82 ± 0.26	342 ± 21
IAAA-142657	AD 1555-1559	-23.54 ± 0.53	95.59 ± 0.26	362 ± 21
IAAA-142658	AD 1560-1564	-22.92 ± 0.43	95.56 ± 0.26	365 ± 21
IAAA-142659	AD 1565-1569	-20.55 ± 0.44	95.47 ± 0.25	372 ± 20
IAAA-142660	AD 1570-1574	-21.12 ± 0.35	95.32 ± 0.26	385 ± 21
IAAA-142661	AD 1575-1579	-23.37 ± 0.55	95.82 ± 0.27	342 ± 22
IAAA-142662	AD 1580-1584	-21.70 ± 0.41	95.85 ± 0.25	340 ± 21
IAAA-142663	AD 1585-1589	-21.77 ± 0.51	95.23 ± 0.26	392 ± 21
IAAA-142664	AD 1590-1594	-22.82 ± 0.45	95.17 ± 0.26	397 ± 21
IAAA-142665	AD 1595-1599	-21.20 ± 0.51	95.15 ± 0.26	399 ± 22
IAAA-142666	AD 1600-1604	-22.62 ± 0.34	95.73 ± 0.27	350 ± 22
IAAA-142667	AD 1605-1609	-24.02 ± 0.52	94.89 ± 0.26	421 ± 22
IAAA-142668	AD 1610-1614	-22.58 ± 0.58	95.67 ± 0.28	355 ± 23
IAAA-142669	AD 1615-1619	-23.10 ± 0.32	95.47 ± 0.27	372 ± 22

近世日本産樹木年輪の炭素 14 年代測定 (坂本 稔)

code	range	$\delta^{13}\text{C}_{\text{AMS}}$ (‰)	pMC	$^{14}\text{C}$ age (BP)
IAAA-142670	AD 1620-1624	-23.21 ± 0.61	95.56 ± 0.26	364 ± 22
IAAA-142671	AD 1625-1629	-22.72 ± 0.47	96.16 ± 0.26	314 ± 22
IAAA-142672	AD 1630-1634	-20.03 ± 0.51	95.39 ± 0.26	378 ± 21
IAAA-142673	AD 1635-1639	-21.10 ± 0.45	96.03 ± 0.26	325 ± 21
IAAA-142674	AD 1640-1644	-23.03 ± 0.50	96.59 ± 0.27	278 ± 22
IAAA-142675	AD 1645-1649	-22.92 ± 0.43	96.72 ± 0.25	268 ± 21
IAAA-142676	AD 1650-1654	-23.67 ± 0.34	96.94 ± 0.27	250 ± 22
IAAA-142677	AD 1655-1659	-21.59 ± 0.53	97.29 ± 0.27	221 ± 22
IAAA-142678	AD 1660-1664	-22.43 ± 0.35	97.39 ± 0.26	212 ± 21
IAAA-142679	AD 1665-1669	-22.38 ± 0.61	97.49 ± 0.29	204 ± 23
IAAA-142680	AD 1670-1674	-24.39 ± 0.46	97.77 ± 0.28	181 ± 22
IAAA-142681	AD 1675-1679	-22.03 ± 0.52	97.02 ± 0.27	243 ± 22
IAAA-142682	AD 1680-1684	-21.00 ± 0.31	97.17 ± 0.26	230 ± 21
IAAA-142683	AD 1685-1689	-22.82 ± 0.50	97.88 ± 0.27	172 ± 21
IAAA-142684	AD 1690-1694	-22.22 ± 0.30	98.32 ± 0.25	135 ± 20
IAAA-142685	AD 1695-1699	-23.24 ± 0.49	99.45 ± 0.27	44 ± 21
IAAA-142686	AD 1700-1704	-22.93 ± 0.45	99.09 ± 0.28	73 ± 22
IAAA-142687	AD 1705-1709	-21.73 ± 0.45	99.06 ± 0.27	76 ± 21
IAAA-142688	AD 1710-1714	-21.57 ± 0.49	99.02 ± 0.26	79 ± 21
IAAA-142689	AD 1715-1719	-22.47 ± 0.50	98.04 ± 0.25	159 ± 20
IAAA-142690	AD 1720-1724	-23.67 ± 0.49	98.29 ± 0.27	138 ± 21
IAAA-142691	AD 1725-1729	-22.33 ± 0.38	99.05 ± 0.25	76 ± 20
IAAA-142692	AD 1730-1734	-22.55 ± 0.44	98.53 ± 0.26	119 ± 21
IAAA-142693	AD 1735-1739	-23.65 ± 0.52	97.41 ± 0.27	210 ± 21
IAAA-142694	AD 1740-1744	-22.01 ± 0.47	97.77 ± 0.26	181 ± 21
IAAA-142695	AD 1745-1749	-21.72 ± 0.43	97.88 ± 0.26	172 ± 21
IAAA-142696	AD 1750-1754	-23.88 ± 0.50	97.55 ± 0.26	199 ± 21
IAAA-142697	AD 1755-1759	-21.13 ± 0.46	98.17 ± 0.26	148 ± 21
IAAA-142698	AD 1760-1764	-22.54 ± 0.36	98.43 ± 0.28	127 ± 22
IAAA-142699	AD 1765-1769	-24.19 ± 0.61	98.55 ± 0.28	117 ± 22
IAAA-142989	AD 1770-1774	-21.09 ± 0.33	97.41 ± 0.25	211 ± 20
IAAA-142990	AD 1775-1779	-20.91 ± 0.63	97.28 ± 0.28	221 ± 23
IAAA-142991	AD 1780-1784	-22.03 ± 0.53	97.34 ± 0.28	216 ± 23
IAAA-142992	AD 1785-1789	-21.38 ± 0.25	97.26 ± 0.27	223 ± 22
IAAA-142993	AD 1790-1794	-22.08 ± 0.54	96.94 ± 0.28	249 ± 23
IAAA-142994	AD 1795-1799	-21.87 ± 0.58	97.15 ± 0.29	232 ± 23
IAAA-142995	AD 1800-1804	-21.20 ± 0.50	98.01 ± 0.27	161 ± 21
IAAA-142996	AD 1805-1809	-22.75 ± 0.42	97.56 ± 0.25	198 ± 20
IAAA-142997	AD 1810-1814	-22.71 ± 0.30	98.35 ± 0.27	134 ± 21
IAAA-142998	AD 1815-1819	-22.01 ± 0.42	98.87 ± 0.28	91 ± 22
IAAA-142999	AD 1820-1824	-22.22 ± 0.51	99.22 ± 0.28	62 ± 22
IAAA-143000	AD 1825-1829	-21.81 ± 0.47	98.99 ± 0.28	81 ± 22
IAAA-143001	AD 1830-1834	-21.38 ± 0.63	97.83 ± 0.27	176 ± 22
IAAA-143002	AD 1835-1839	-21.89 ± 0.41	98.03 ± 0.27	160 ± 22
IAAA-143003	AD 1840-1844	-22.82 ± 0.55	98.15 ± 0.28	150 ± 22

気候適応史プロジェクト成果報告書 2

code	range	$\delta^{13}\text{C}_{\text{AMS}}$ (‰)	pMC	$^{14}\text{C}$ age (BP)
IAAA-143004	AD 1845-1849	-22.71 ± 0.50	98.64 ± 0.28	109 ± 22
IAAA-143005	AD 1850-1854	-20.83 ± 0.42	98.74 ± 0.25	101 ± 20
IAAA-143006	AD 1855-1859	-20.47 ± 0.39	98.88 ± 0.28	90 ± 22
IAAA-143007	AD 1860-1864	-23.29 ± 0.37	98.45 ± 0.27	125 ± 22
IAAA-143008		-21.77 ± 0.63	98.59 ± 0.28	113 ± 23
IAAA-143009	AD 1865-1869	-23.92 ± 0.54	99.17 ± 0.28	66 ± 22
IAAA-143010	AD 1870-1874	-22.81 ± 0.34	99.37 ± 0.27	50 ± 21
IAAA-143011	AD 1875-1879	-24.83 ± 0.30	98.44 ± 0.26	126 ± 21
IAAA-143012		-22.70 ± 0.44	98.45 ± 0.26	125 ± 21
IAAA-143013	AD 1880-1884	-23.62 ± 0.53	98.44 ± 0.27	125 ± 21
IAAA-143014	AD 1885-1889	-22.10 ± 0.54	98.23 ± 0.28	143 ± 22
IAAA-143015	AD 1890-1894	-23.53 ± 0.58	99.24 ± 0.29	61 ± 23
IAAA-143016	AD 1895-1899	-22.19 ± 0.36	99.06 ± 0.26	76 ± 20
IAAA-143017	AD 1900-1904	-24.56 ± 0.55	98.92 ± 0.29	86 ± 23
IAAA-143018	AD 1905-1909	-23.38 ± 0.49	98.79 ± 0.27	97 ± 21
IAAA-143019	AD 1910-1914	-20.62 ± 0.45	98.13 ± 0.27	152 ± 22
IAAA-143020	AD 1915-1919	-21.89 ± 0.43	98.05 ± 0.27	157 ± 22
IAAA-143021	AD 1920-1924	-23.64 ± 0.40	98.12 ± 0.28	152 ± 22
IAAA-143022	AD 1925-1929	-22.71 ± 0.36	98.00 ± 0.25	162 ± 20
IAAA-143023	AD 1930-1934	-24.09 ± 0.63	98.40 ± 0.29	129 ± 23
IAAA-143024	AD 1935-1939	-23.51 ± 0.58	98.41 ± 0.26	128 ± 21
IAAA-143025	AD 1940-1944	-23.43 ± 0.41	98.38 ± 0.26	130 ± 21
IAAA-143026	AD 1945-1949	-23.84 ± 0.51	97.71 ± 0.29	186 ± 23
IAAA-143027	AD 1950-1954	-22.06 ± 0.48	97.29 ± 0.27	220 ± 22
IAAA-143028	AD 1955-1959	-21.77 ± 0.59	106.11 ± 0.28	
IAAA-143029	※	-22.34 ± 0.62	157.30 ± 0.40	
IAAA-143030	AD 1973-1977	-22.00 ± 0.41	138.85 ± 0.33	
IAAA-143031	AD 1978-1982	-21.81 ± 0.47	128.87 ± 0.34	
IAAA-143032	AD 1983-1987	-21.07 ± 0.50	120.07 ± 0.32	
IAAA-143033	AD 1988-1992	-22.22 ± 0.39	116.30 ± 0.31	

※ IAAA-143029 は 1959 年伊勢湾台風による生育停止年を含み、年輪年代を確定できない  
 IAAA-143030 以降の年輪年代は既報のとおり

表 2 棲雲寺ツガ材 (YNKSU-2) 年輪セルロース炭素 14 年代

code	range	$\delta^{13}\text{C}_{\text{AMS}}$ (‰)	pMC	$^{14}\text{C}$ age (BP)
IAAA-152690	AD 1493-1497	20.79 ± 0.52	95.50 ± 0.27	370 ± 23
IAAA-152689	AD 1498-1502	20.01 ± 0.55	95.21 ± 0.28	394 ± 23
IAAA-152688	AD 1503-1507	21.95 ± 0.59	95.36 ± 0.26	381 ± 22
IAAA-152687	AD 1508-1512	21.33 ± 0.44	95.25 ± 0.27	390 ± 22
IAAA-152686	AD 1513-1517	19.26 ± 0.65	95.70 ± 0.28	352 ± 23
IAAA-152685	AD 1518-1522	18.45 ± 0.38	95.65 ± 0.28	357 ± 23
IAAA-152684	AD 1523-1527	21.33 ± 0.50	95.98 ± 0.28	329 ± 23
IAAA-152683	AD 1528-1532	18.62 ± 0.60	95.84 ± 0.28	341 ± 23
IAAA-152682	AD 1533-1537	20.07 ± 0.42	96.19 ± 0.27	311 ± 22
IAAA-152681	AD 1538-1542	20.27 ± 0.40	96.29 ± 0.27	303 ± 22

近世日本産樹木年輪の炭素 14 年代測定 (坂本 稔)

code	range	$\delta^{13}\text{C}_{\text{AMS}}$ (‰)	pMC	$^{14}\text{C}$ age (BP)
IAAA-152680	AD 1543-1547	18.46 ± 0.51	96.09 ± 0.26	320 ± 21
IAAA-152679	AD 1548-1552	20.48 ± 0.53	96.21 ± 0.28	310 ± 22
IAAA-152678	AD 1553-1557	21.66 ± 0.52	96.51 ± 0.26	285 ± 22
IAAA-152677	AD 1558-1562	19.28 ± 0.44	96.22 ± 0.27	309 ± 22
IAAA-152676	AD 1563-1567	22.28 ± 0.33	96.06 ± 0.26	322 ± 22
IAAA-152675	AD 1568-1572	20.66 ± 0.38	96.22 ± 0.25	309 ± 20
IAAA-152674	AD 1573-1577	19.22 ± 0.61	95.82 ± 0.28	343 ± 23
IAAA-152673	AD 1578-1582	18.26 ± 0.50	96.12 ± 0.26	317 ± 21
IAAA-152672	AD 1583-1587	22.23 ± 0.30	95.73 ± 0.29	350 ± 23
IAAA-152671	AD 1588-1592	22.05 ± 0.51	95.92 ± 0.26	334 ± 22
IAAA-152670	AD 1593-1597	21.02 ± 0.31	95.47 ± 0.26	372 ± 22
IAAA-152669	AD 1598-1602	20.13 ± 0.35	95.44 ± 0.27	374 ± 22
IAAA-152668	AD 1603-1607	20.23 ± 0.45	95.42 ± 0.27	376 ± 22
IAAA-152667	AD 1608-1612	22.14 ± 0.39	95.90 ± 0.26	336 ± 22
IAAA-152666	AD 1613-1617	21.25 ± 0.38	95.78 ± 0.27	346 ± 22
IAAA-152665	AD 1618-1622	20.88 ± 0.46	95.40 ± 0.27	377 ± 22
IAAA-152664	AD 1623-1627	19.34 ± 0.62	95.81 ± 0.28	343 ± 23
IAAA-152663	AD 1628-1632	18.12 ± 0.46	95.86 ± 0.27	339 ± 22

表3 天雄寺ケヤキ材 (MGTYJ-1) 年輪セルローズ炭素 14 年代

code	range	$\delta^{13}\text{C}_{\text{AMS}}$ (‰)	pMC	$^{14}\text{C}$ age (BP)
IAAA-152626	AD 1646-1648	-25.28 ± 0.55	96.64 ± 0.28	274 ± 22
IAAA-152625	AD 1649-1651	-22.47 ± 0.38	97.03 ± 0.28	242 ± 23
IAAA-152624	AD 1652-1654	-24.37 ± 0.36	96.74 ± 0.27	266 ± 22
IAAA-152623	AD 1655-1657	-25.03 ± 0.33	96.72 ± 0.26	267 ± 21
IAAA-152622	AD 1658-1660	-23.74 ± 0.47	97.06 ± 0.27	239 ± 22
IAAA-152621	AD 1661-1663	-25.22 ± 0.29	97.24 ± 0.27	225 ± 22
IAAA-152620	AD 1664-1666	-24.78 ± 0.32	97.30 ± 0.27	219 ± 22
IAAA-152619	AD 1667-1669	-24.35 ± 0.39	97.40 ± 0.27	211 ± 21
IAAA-152618	AD 1670-1672	-24.72 ± 0.47	97.60 ± 0.26	195 ± 21
IAAA-152617	AD 1673-1675	-23.85 ± 0.35	97.68 ± 0.28	188 ± 22
IAAA-152616	AD 1676-1678	-23.08 ± 0.54	97.58 ± 0.28	196 ± 23
IAAA-152615	AD 1679-1681	-23.39 ± 0.45	96.98 ± 0.28	246 ± 23
IAAA-152614	AD 1682-1684	-23.81 ± 0.54	97.17 ± 0.29	230 ± 23
IAAA-152613	AD 1685-1687	-23.95 ± 0.41	97.45 ± 0.27	207 ± 22
IAAA-152612	AD 1688-1690	-23.53 ± 0.49	97.47 ± 0.27	205 ± 21
IAAA-152611	AD 1691-1693	-22.87 ± 0.53	97.84 ± 0.29	175 ± 23
IAAA-152610	AD 1694-1696	-23.68 ± 0.59	98.10 ± 0.28	153 ± 22
IAAA-152609	AD 1697-1699	-23.54 ± 0.48	98.09 ± 0.29	154 ± 23
IAAA-152608	AD 1700-1702	-23.89 ± 0.36	98.59 ± 0.28	113 ± 22
IAAA-152607	AD 1703-1705	-23.89 ± 0.45	98.84 ± 0.28	93 ± 23
IAAA-152606	AD 1706-1708	-23.95 ± 0.32	98.80 ± 0.26	97 ± 20
IAAA-152605	AD 1709-1711	-23.53 ± 0.37	98.75 ± 0.26	100 ± 21
IAAA-152604	AD 1712-1714	-23.26 ± 0.39	98.84 ± 0.28	94 ± 22

code	range	$\delta^{13}\text{C}_{\text{AMS}}$ (‰)	pMC	$^{14}\text{C}$ age (BP)
IAAA-152603	AD 1715-1717	-24.34 ± 0.51	98.82 ± 0.27	95 ± 22
IAAA-152602	AD 1718-1720	-23.47 ± 0.33	98.74 ± 0.28	101 ± 22
IAAA-152601	AD 1721-1723	-23.04 ± 0.62	98.17 ± 0.28	148 ± 22
IAAA-152600	AD 1724-1726	-24.03 ± 0.52	98.34 ± 0.29	134 ± 23
IAAA-152599	AD 1727-1729	-22.72 ± 0.40	98.61 ± 0.28	112 ± 22
IAAA-152598	AD 1730-1732	-22.99 ± 0.51	98.76 ± 0.28	100 ± 22
IAAA-152597	AD 1733-1735	-23.37 ± 0.49	98.51 ± 0.29	120 ± 23
IAAA-152596	AD 1736-1738	-23.78 ± 0.44	98.02 ± 0.27	160 ± 21

表 4 青葉神社ヒノキ材 (STSAB-1) 年輪セルロース炭素 14 年代

code	range	$\delta^{13}\text{C}_{\text{AMS}}$ (‰)	pMC	$^{14}\text{C}$ age (BP)
IAAA-52515	AD 1781-1783	-21.04 ± 0.53	97.56 ± 0.26	198 ± 21
IAAA-52514	AD 1784-1786	-21.68 ± 0.38	97.03 ± 0.24	242 ± 20
IAAA-52513	AD 1787-1789	-19.92 ± 0.36	97.06 ± 0.26	239 ± 21
IAAA-52512	AD 1790-1792	-21.17 ± 0.40	96.79 ± 0.27	261 ± 22
IAAA-52511	AD 1793-1795	-20.36 ± 0.57	97.31 ± 0.28	219 ± 22
IAAA-52510	AD 1796-1798	-20.02 ± 0.67	97.50 ± 0.29	203 ± 23
IAAA-52509	AD 1799-1801	-20.11 ± 0.33	97.40 ± 0.26	211 ± 21
IAAA-52508	AD 1802-1804	-20.11 ± 0.51	97.49 ± 0.27	204 ± 22
IAAA-52507	AD 1805-1807	-21.25 ± 0.48	97.73 ± 0.28	184 ± 22
IAAA-52506	AD 1808-1810	-19.79 ± 0.60	97.81 ± 0.27	177 ± 21
IAAA-52505	AD 1811-1813	-19.77 ± 0.54	97.99 ± 0.28	163 ± 22
IAAA-52504	AD 1814-1816	-20.60 ± 0.53	97.73 ± 0.28	184 ± 22
IAAA-52503	AD 1817-1819	-21.66 ± 0.50	98.16 ± 0.28	149 ± 22
IAAA-52502	AD 1820-1822	-19.61 ± 0.61	98.07 ± 0.28	156 ± 23
IAAA-52501	AD 1823-1825	-20.31 ± 0.37	98.24 ± 0.26	142 ± 21
IAAA-52500	AD 1826-1828	-21.87 ± 0.38	98.58 ± 0.27	115 ± 21
IAAA-52499	AD 1829-1831	-19.98 ± 0.47	97.91 ± 0.26	169 ± 21
IAAA-52498	AD 1832-1834	-21.83 ± 0.56	98.29 ± 0.27	138 ± 21
IAAA-52497	AD 1835-1837	-21.06 ± 0.49	97.70 ± 0.26	186 ± 21
IAAA-52496	AD 1838-1840	-20.74 ± 0.56	97.65 ± 0.27	191 ± 21
IAAA-52495	AD 1841-1843	-20.88 ± 0.42	98.40 ± 0.26	129 ± 21
IAAA-52494	AD 1844-1846	-20.35 ± 0.26	98.35 ± 0.26	133 ± 21
IAAA-52493	AD 1847-1849	-20.60 ± 0.27	98.27 ± 0.27	139 ± 22
IAAA-52492	AD 1850-1852	-20.96 ± 0.33	98.37 ± 0.28	131 ± 22
IAAA-52491	AD 1853-1855	-19.36 ± 0.39	98.21 ± 0.28	145 ± 22
IAAA-52490	AD 1856-1858	-20.63 ± 0.37	98.41 ± 0.27	128 ± 22
IAAA-52489	AD 1859-1861	-20.00 ± 0.65	98.36 ± 0.29	132 ± 23
IAAA-52488	AD 1862-1864	-19.92 ± 0.51	98.43 ± 0.29	127 ± 23
IAAA-52487	AD 1865-1867	-18.88 ± 0.24	98.15 ± 0.26	149 ± 21
IAAA-52486	AD 1868-1870	-20.13 ± 0.47	98.13 ± 0.28	151 ± 22
IAAA-52485	AD 1871-1873	-19.71 ± 0.45	98.24 ± 0.27	142 ± 22
IAAA-52484	AD 1874-1876	-20.75 ± 0.35	98.48 ± 0.27	123 ± 22
IAAA-52483	AD 1877-1879	-20.96 ± 0.34	98.52 ± 0.27	119 ± 22

code	range	$\delta^{13}\text{C}_{\text{AMS}}$ (‰)	pMC	$^{14}\text{C}$ age (BP)
IAAA-52482	AD 1880-1882	-21.14 $\pm$ 0.35	98.58 $\pm$ 0.25	114 $\pm$ 20
IAAA-52481	AD 1883-1885	-20.19 $\pm$ 0.29	98.16 $\pm$ 0.27	148 $\pm$ 22
IAAA-52480	AD 1886-1888	-20.62 $\pm$ 0.31	98.51 $\pm$ 0.25	120 $\pm$ 20
IAAA-52479	AD 1889-1891	-21.08 $\pm$ 0.34	98.22 $\pm$ 0.27	144 $\pm$ 22
IAAA-52478	AD 1892-1894	-19.93 $\pm$ 0.41	98.61 $\pm$ 0.26	112 $\pm$ 21
IAAA-52477	AD 1895-1897	-19.69 $\pm$ 0.54	98.51 $\pm$ 0.29	120 $\pm$ 23
IAAA-52476	AD 1898-1900	-20.19 $\pm$ 0.53	98.41 $\pm$ 0.29	128 $\pm$ 23

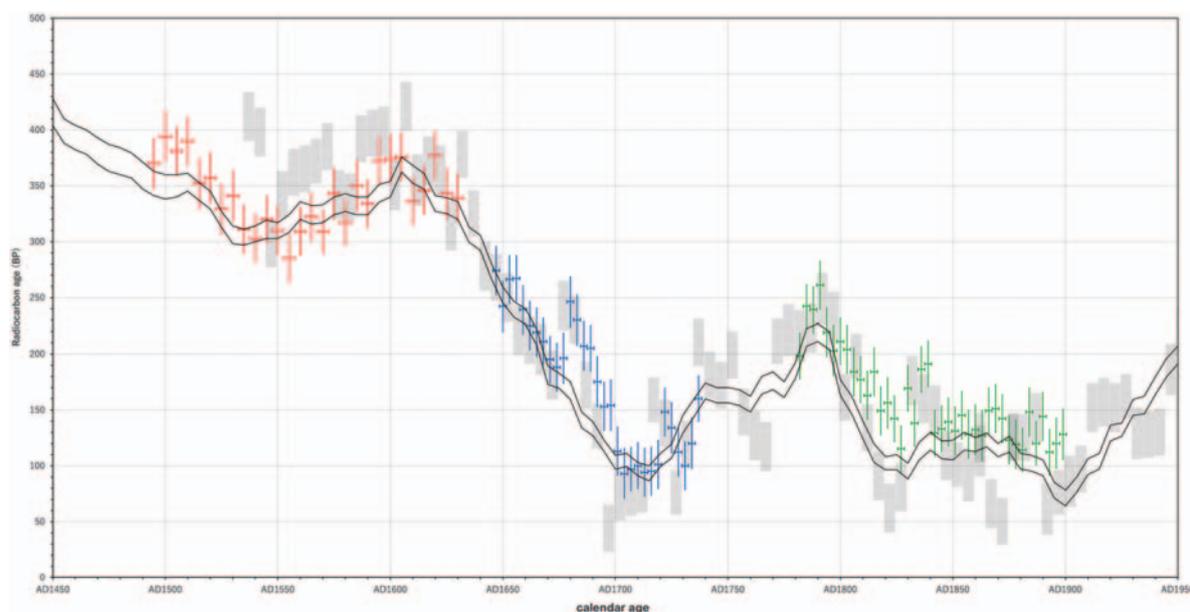


図 4 伊勢神宮神域スギ (灰色)、棲雲寺ツガ材 (赤)、天雄寺ケヤキ材 (青)、青葉神社ヒノキ材 (緑) の炭素 14 年代。背景の実線は IntCal13 の範囲

## 引用文献

- 1) Paula J. Reimer, Edouard Bard, Alex Bayliss, J. Warren Beck, Paul G. Blackwell, Christopher Bronk Ramsey, Caitlin E. Buck, Hai Cheng, R. Lawrence Edwards, Michael Friedrich, Pieter M. Grootes, Thomas P. Guilderson, Haflidi Haflidason, Irka Hajdas, Christine Hatté, Timothy J. Heaton, Dirk L. Hoffmann, Alan G. Hogg, Konrad A. Hughen, K. Felix Kaiser, Bernd Kromer, Sturt W. Manning, Mu Niu, Ron W. Reimer, David A. Richards, E. Marian Scott, John R. Southon, Richard A. Staff, Christian S. M. Turney, Johannes van der Plicht. (2013) IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. *Radiocarbon* 55, pp.1869-1887.
- 2) Alan G. Hogg, Quan Hua, Paul G. Blackwell, Mu Niu, Caitlin E. Buck, Thomas P. Guilderson, Timothy J. Heaton, Jonathan G. Palmer, Paula J. Reimer, Ron W. Reimer, Christian S. M. Turney, Susan R. H. Zimmerman. (2013) SHCal13 Southern Hemisphere Calibration, 0-50,000 Years Cal BP. *Radiocarbon* 55, pp.1889-1903.
- 3) Toshio Nakamura, Kimiaki Masuda, Fusa Miyake, Kentaro Nagaya, Takahiro Yoshimitsu. (2013) Radiocarbon Ages of Annual Rings from Japanese Wood; Evident Age Offset Based on IntCal09. *Radiocarbon* 55, pp.763-770.
- 4) Minze Stuiver, Paula J. Reimer, Thomas F. Braziunas. (1998) High-precision radiocarbon age calibration for terrestrial and marine samples. *Radiocarbon* 40, pp.1127-1151.
- 5) Minoru Sakamoto, Masataka Hakozaki, Nanae Nakao, Takeshi Nakatsuka. (2016) Fine structure and reproducibility of radiocarbon ages of early-modern Japanese tree rings. 8<sup>th</sup> International Symposium "14C & Archaeology," Edinburgh, Scotland, 27 Jun.-1 Jul..